

# ARTIFICIAL INSEMINATION BY LAPAROSCOPY IN SHEEP UNDER FIELD CONDITIONS IN VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO

## INSEMINACIÓN ARTIFICIAL POR LAPAROSCOPIA EN OVINOS BAJO CONDICIONES DE CAMPO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO

Nieto-Aquino, R.<sup>1</sup>, Hernández-Rodríguez, D.<sup>1</sup>, Hernández-Rodríguez, B.<sup>1</sup>, Rodríguez-Ortega, L. T.<sup>2</sup>, Campero-Cruz, A.<sup>2</sup>,  
Noriega-Trinidad, V.<sup>2</sup>, Vargas-Monter, J.<sup>2</sup>, Hernández-Rubio, D. J.<sup>3</sup>, Hernández-León, G.<sup>3</sup>, Rodríguez-Ortega, A.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Huejutla. Ingeniería en Agronomía con Especialidad en Zootecnia. C. P. 43000. Huejutla de Reyes. Hidalgo, México. <sup>2</sup>Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. Ingeniería en Producción Animal. C. P. 42660. Tepatepec, Hidalgo, México. <sup>3</sup>Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Hidalgo. Dirección General de Ganadería. C. P. 42080. Pachuca de Soto, Hidalgo, México.

**\*Autor para correspondencia:** arodriguez@upfim.edu.mx

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the technique of artificial insemination by laparoscopy (AIL) under field conditions on the reproductive variables in ewes and their social impacts with sheep farmers from the region of Valle del Mezquital, Hidalgo.

**Design/methodology/approach:** The experimental design was completely random. We used 387 ewes distributed in 7 Municipalities and 14 units of sheep production (USP), of the breeds: 162 Katahdin, 145 Hampshire, 45 Dorset and 35 Suffolk. The estrus was synchronized with intravaginal sponges for 11 days, two days before the removal, 400 IU of gonadotropin was applied. The AIL was carried out at 50 h post synchronization of estrus in each one of the USP.

**Results:** The response and start of estrus did not show differences ( $P>0.05$ ) between the different breeds of ewes. The percentage of pregnant ewes presented differences by breeds ( $P<0.05$ ), the Katahdin showed higher gestation rate despite the field conditions and diversity in the USP; however, the prolificacy between the breeds was similar.

**Study limitations/implications:** It is suggested the inclusion of new breeds of hair that meet the expectations of the sheep farmers and satisfy the demand of the product for the barbacoa commerce.

**Findings/conclusions:** The AIL technique and the hormonal protocol for estrus synchronization present favorable results in gestation and prolificacy, which is why they are effective for the Program for the Genetic Improvement of Sheep in the region of the Valle del Mezquital, Hidalgo, México.

**Key words:** Laparoscopy, sheep, reproduction, synchronization, estrus.

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la técnica de inseminación artificial por laparoscopia (IAL) bajo condiciones de campo en variables reproductivas en ovejas y sus impactos sociales con ovinocultores de la región del Valle del Mezquital, Hidalgo.

**Diseño/metodología/aproximación:** El diseño experimental fue completamente al azar. Se utilizaron 387 ovejas distribuidas en 7 Municipios y 14 unidades de producción ovinas (UPO), de las razas: 162 Katahdin, 145 Hampshire, 45 Dorset y 35 Suffolk. El estro se sincronizó con esponjas intravaginales por 11 días, dos días antes del retiro se aplicó 400 UI de gonadotropina (eCG). La IAL se llevó a cabo a las 50 h post sincronización del estro en cada una de las UPO.

**Resultados:** La respuesta e inicio del estro no mostró diferencias ( $P>0.05$ ) entre las diversas razas de ovejas. El porcentaje de ovejas gestantes presentó diferencias por la raza ( $P\leq 0.05$ ), la Katahdin mostró mayor tasa de gestación a pesar de las condiciones de campo y diversidad en las UPO; sin embargo, la prolificidad entre las razas fue semejante.

**Limitaciones del estudio/ implicaciones:** Se sugiere la inclusión de nuevas razas de pelo que cumplan con las expectativas de los ovinocultores y satisfagan la demanda del producto para el comercio de la barbacoa.

**Hallazgos/conclusiones:** La técnica de IAL y el protocolo hormonal en la sincronización del estro presentan resultados favorables en gestación y prolificidad, por lo que resultan ser efectivos para el Programa de Mejoramiento Genético de Ovinos en la región del Valle de Mezquital, Hidalgo, México.

**Palabras clave:** Laparoscopia, ovinos, reproducción, sincronización, estros.

mediante la técnica de inseminación artificial por laparoscopia (IAL) ha sido uno de los principales retos en SEDAGROH. Por tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la técnica de IAL bajo condiciones de campo en variables reproductivas en ovejas y sus impactos sociales con ovinocultores de la región del Valle del Mezquital, Hidalgo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el estado de Hidalgo, México en la región denominada Valle del Mezquital en donde se seleccionaron de manera aleatoria a los municipios de San Salvador (20° 17' 02" N y 99° 00' 49" O), Francisco I. Madero (20° 14' 44" N y 99° 05' 16" O), Progreso de Obregón (20° 14' 53" N y 99° 11' 23" O), Tezontepec de Aldama (20° 11' 33" N y 99° 16' 23" O), Santiago Tezontlale (20° 09' 45" N y 99° 06' 00" O), Ajacuba (20° 05' 31" N y 99° 07' 20" O) y Tecamatlan (20° 10' 50" N y 99° 02' 10" O). El clima de la región es templado subhúmedo con una precipitación media anual de 632.5 mm y una temperatura entre 12 y 18 °C (García, 1988).

El manejo de los animales se realizó de acuerdo a las normas de ética y bioseguridad del Consejo de Organizaciones Internacionales en Ciencias Médicas (CIOMS, 1986), en cumplimiento con la ley mexicana (NOM-062-ZOO-1999) para el uso de animales en experimentación (DOF, 2001). En cada municipio se seleccionaron de manera aleatoria dos unidades de producción ovina (UPO) debidamente registradas en el padrón de la cadena de ovinos. Cada productor de la UPO seleccionó de manera arbitraria una de las cuatro razas (Katahdin, Dorset, Suffolk y Hampshire) establecidas

## INTRODUCCIÓN

La ovinocultura es una actividad importante en el estado de Hidalgo, siendo el segundo productor a nivel nacional y el principal proveedor de carne de ovino para la Ciudad de México (Vélez *et al.*, 2016). Sin embargo, esta actividad no ha cubierto la demanda de carne de ovino existente en el país, por lo que continúan las importaciones de países como Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos, Canadá y Chile (Arteaga, 2005). Hidalgo ocupa el segundo lugar a nivel nacional con el 25% de la producción con un inventario de 1055678 cabezas de ovinos (SIAP, 2012); sin embargo, está determinado que existe un escaso nivel tecnificado que retrasa el desarrollo de la mayoría de los ovinocultores, lo que dificulta la introducción de nuevas biotecnologías en la reproducción (Ramón, 2001).

A pesar de la situación actual de la ovinocultura, la Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Hidalgo (SEDAGROH) continúa impulsando el programa de asistencia técnica especializada enfocada a promover la adopción de tecnologías innovadoras en las unidades de producción ovinas del estado (Cadena *et al.*, 2017). El programa de mejoramiento genético en ovinos

en el Programa de mejoramiento genético del estado de Hidalgo acorde a sus objetivos de producción. El programa de mejoramiento genético en ovinos incluyó un análisis de la condición corporal y etapa fisiológica reproductiva de las ovejas candidatas a la IAL, dos diagnósticos de gestación por ultrasonografía (uno inicial para determinar si las ovejas se encontraban vacías o no gestantes antes de la IAL y el final posterior a la IAL para determinar si las ovejas se encontraban gestantes), el tratamiento hormonal para la sincronización del estro, se realizó en la UPO bajo condiciones de campo (Figura 1).

### Animales y tratamientos hormonales

Se utilizaron un total de 387 ovejas distribuidas en los siete municipios y 14 UPO. Las ovejas utilizadas fueron 162 Katahdin, 145 Hampshire, 45 Dorset y 35 Suffolk; en época reproductiva, con un peso promedio de  $54 \pm 8.2$  kg y una condición corporal de 2.5 en escala de 1 a 5 (Russel et al., 1969). Las ovejas fueron sincronizadas al estro con esponjas intravaginales (Figura 1B) de 20 mg de cronolone, (Chronogest®, Intervet), durante un periodo de 11 días, dos días antes del retiro de la esponja las ovejas recibieron una inyección intramuscular de 400 UI eCG, (Folligon®, Intervet) (Figura 1C). La detección del estro se inició 24 h después del retiro de la esponja con ayuda de sementales con mandil (Figura 2); posteriormente se monitoreó el comportamiento del



**Figura 2.** La detección del estro con ayuda de sementales con mandil.

estro cada 6 h, durante 48 h, para determinar el inicio del mismo antes de la IAL. El diagnóstico de gestación se confirmó a los 30 días posteriores de la inseminación utilizando un equipo de ultrasonido Sonovet 600 con un transductor de 7,5 MHz, por vía transrectal (Medison, Inc., Cypress, California, EUA). La alimentación de las ovejas se estableció de acuerdo a las condiciones de cada UPO, cuidando cubrir los requerimientos nutricionales de mantenimiento recomendado por el Consejo Nacional de Investigación (NRC, por sus siglas en inglés) de ovinos (2007).

### Inseminación artificial por laparoscopia

La inseminación artificial por laparoscopia se realizó 50 h después del tratamiento hormonal (Figura 3) de la sincronización del estro, en cada una de las UPO bajo las condiciones de campo presentes que incluía instalaciones precarias y factores ambientales no controlados, con la finalidad de valorar la eficacia de la técnica de IAL y la eficiencia del programa establecido. Todas las ovejas fueron dietadas durante 24 h antes de ser inseminadas con semen refrigerado (5 °C, pajillas de 0.25 mL, con  $120 \times 10^6$  espermatozoides). La tranquilización preanestésica se realizó con una inyección intramuscular de hidrocorturo de xilacina al 2% (Rompun®, Bayer) en una dosis de  $0.1 \text{ mL } 10 \text{ kg}^{-1}$  de peso vivo; como anestésico se aplicó ketamina (Anesket®, Pisa) en una dosis de  $0.2 \text{ mL } 10 \text{ kg}^{-1}$  de peso vivo por vía endovenosa (Mejía, 1997). La inseminación artificial se realizó de acuerdo a la metodología descrita por Ramírez et al. (2005).



**Figura 1.** Manejo en la unidad de producción ovina previo a la IAL. A: diagnósticos de gestación por ultrasonografía, B: esponjas intravaginales, C: inyección intramuscular de gonadotropina coriónica equina (eCG).





**Figura 3.** Inseminación artificial por laparoscopia bajo condiciones de campo.

### Análisis estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar. Cada oveja representó una unidad experimental. El porcentaje de presentación de estros y gestación fueron analizados a través de la prueba de  $\chi^2$  por medio del procedimiento FREQ. Con los datos del inicio del estro se realizó un análisis de varianza usando el procedimiento GLM y la prueba de comparación de medias de Tukey de SAS (2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados demostraron que la raza con mayor preferencia o demanda por los ovinocultores (dueños de la UPO) fue la Katahdin con el 42%, seguida de la Hampshire con el 37%, de la Dorset con 12%, y por último la Suffolk con 9% (Figura 4). El Valle del Mezquital Hidalgo se caracteriza por ser una zona consumidora de barbacoa, el ovino que se destina para este fin son principalmente razas de lana como la Hampshire y Suffolk; no obstante, en la actualidad existe una gran demanda por ovinos de pelo como el Katahdin e incluso el Dorper, esta última no se encontraba dentro del catálogo de razas, sin embargo, es solicitada para establecer cruza terminales enfo-

cadadas en el mejoramiento genético o pie de cría, para el comercio de la barbacoa debido al rendimiento y características de la canal.

### Presentación e inicio del estro

La respuesta y el inicio del estro a la sincronización no fue diferente ( $P>0.05$ ) entre las diversas razas de ovejas, 96.3% presentaron estro con un promedio de inicio de  $34.1 \pm 5.1$  h (Cuadro 1). La respuesta del estro entre tratamientos a la sincronización con esponjas intravaginales es semejante a otras investigaciones en las que reportan del 90 al 100% de estros (Urviola *et al.*, 2005; Mustafa *et al.*, 2007).

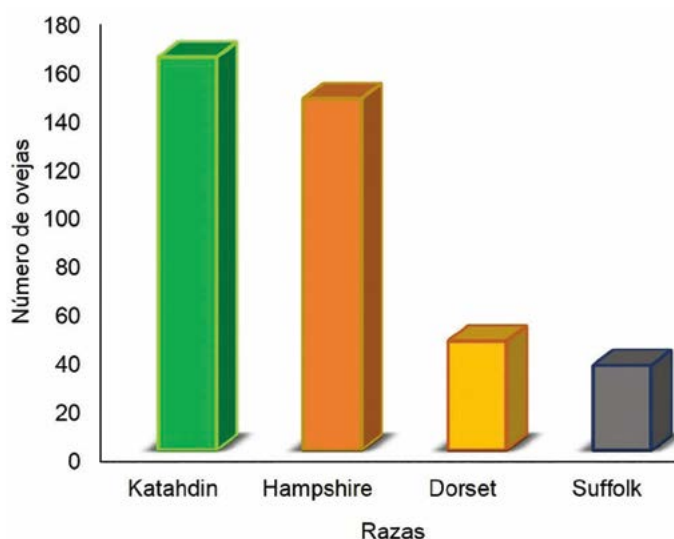
Por otra parte, el inicio del estro es similar a lo reportado en otras investigaciones, Ali (2007)

observó un inicio de estro de  $32 \pm 5.6$  h después del retiro la esponja, mientras que Mustafa *et al.* (2007) reportan un inicio de estro de  $34.5 \pm 2.6$  h posterior al retiro del dispositivo y la administración de 500 UI de eCG. Al respecto del inicio del estro en ovejas, se reportan cerca del 90% de la respuesta en estro en un intervalo de 36 a 72 h posteriores al retiro de la esponja (Zonturlu *et al.*, 2008; Koyuncu y Altcekcic, 2010), lo que confirma la efectividad de los tratamientos hormonales.

### Porcentaje de gestación y prolificidad

Los resultados obtenidos referente al porcentaje de ovejas gestantes presentó diferencias por la raza ( $P<0.05$ , Figura 5), la raza Katahdin mostró mayor tasa de gestación, a pesar de las condiciones de campo y diversidad

en las UPO; sin embargo, la prolificidad entre razas fue semejante (Cuadro 1). Está determinado que la fertilidad de la hembra al utilizar IAL es influenciada por diversos factores como el estado nutricional, fisiológico y corporal, aunado al sistema de explotación de la granja y factores ambientales (Paulenz *et al.*, 2002; Anel *et al.*, 2005), sin embargo, en la actualidad se menciona que la técnica de IAL presenta resultados similares en la tasa



**Figura 4.** Principales razas de ovinos seleccionadas por los ovinocultores.

**Cuadro 1.** Variables reproductivas en ovejas de diferentes razas inseminadas mediante laparoscopia bajo condiciones de campo.

Variables reproductivas	Razas ovinas			
	Katahdin	Hampshire	Dorset	Suffolk
Respuesta al estro (%)	98.8 (160/162)	96.6 (140/145)	95.6 (43/45)	94.3 (33/35)
Inicio del estro (h) <sup>1</sup>	35.0±5.2	34.5±3.2	32.0±2.2	35.0±2.2
Gestación (%) <sup>2</sup>	68 (109/160) a	58 (84/145) ab	53 (24/45) b	51 (18/35) b
Prolificidad <sup>3</sup>	1.6	1.5	1.6	1.4

<sup>1</sup> Tiempo referido al retiro de la esponja.

<sup>2</sup> Diagnóstico por ultrasonografía (DX) a los 30 días post-inseminación.

<sup>3</sup> Número de corderos nacidos por oveja parida.

Valores con distinta literal entre filas son estadísticamente diferentes (P<0.05).

de gestación en comparación al programa de monta natural resultando ser igual de efectiva; no obstante, es importante determinar el estado corporal y peso vivo de las ovejas para tener mayores impactos en la tasa de preñez (Flores et al., 2017).

Avendaño et al. (2007), inseminó ovejas pelibuey con tres razas de pelo (Katahdin, Dorper, Pelibuey) no encontrando diferencias en gestación entre razas (40-60%); no obstante, la prolificidad tendió a ser mayor en ovejas Dorper y Katahdin (2.6 y 2.7, respectivamente) a pesar de las condiciones ambientales. Por su parte, Aké et al. (2014) evaluó dos dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG, 200 y 250 UI) en ovejas Pelibuey inseminadas con semen fresco de Katahdin (pajilla 0.25 mL, con  $150 \times 10^6$  espermatozoides) reportando que la dosis de eCG presenta efectos en la respuesta al estro (200 UI: 86.5%; 250 UI: 95.9%) y en la tasa de ovejas gestantes (200 UI: 64.9%; 250 UI: 85.1%).

En el presente estudio las tasas de gestación y prolificidad de las razas Hampshire, Dorset y Suffolk son semejantes a los reportados por Cadena et al. (2017) quienes observaron el 53% en ovejas gestantes con prolificidad de 1.5, durante la época no reproductiva en condiciones de campo, lo que indica el desarrollo de cuerpos lúteos funcionales aunado al incremento en las concentraciones de progesterona ( $P_4$ ) por vía endógena y exó-

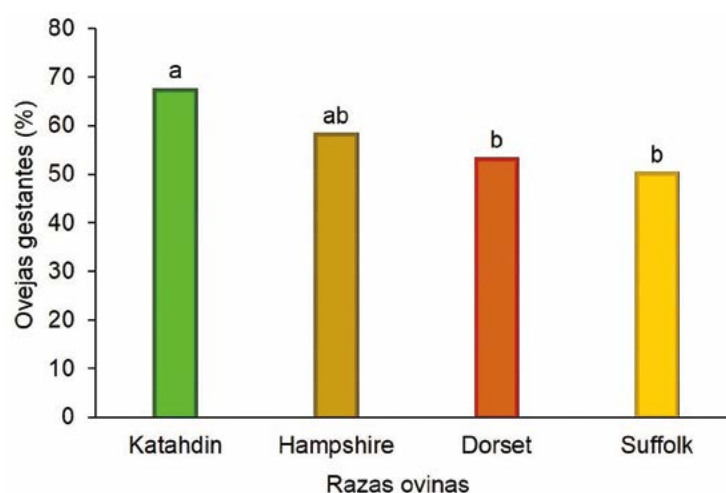


Figura 5. Porcentaje de ovejas gestantes inseminadas mediante laparoscopia.

gena, las cuales fueron necesarias para dar al endometrio las condiciones adecuadas durante la implantación del embrión y favoreció el mantenimiento de la gestación.

Los resultados que se obtienen en la presente investigación con respecto a la tasa de gestación y prolificidad bajo la técnica de IAL son aceptables, lo que

ha permitido la aceptación por parte de los ovinocultores en el Valle del Mezquital Hidalgo, así mismo, la inclusión de razas de pelo ha representado una alternativa en la mejora de los rebaños ovinos, lo que sugiere el establecimiento no solo de un programa para pie de cría, sino también anexar diversidad de razas que den opciones de cruza terminales que mejoren rendimientos y calidad de carne para el gran mercado de barbacoa en esta región.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de campo en las que se realizó el presente trabajo de investigación, se concluye que la técnica de IAL y el protocolo hormonal en la sincronización del estro presentan resultados favorables en gestación y prolificidad, por lo que resultan ser efectivos para el Programa de Mejoramiento Genético de Ovinos en la región del Valle de Mezquital, Hidalgo; se sugiere la inclusión de nuevas razas de pelo que cumplan con las expectativas de los ovinocultores y satisfagan la demanda del producto para el comercio de la barbacoa.

## LITERATURA CITADA

- Aké, L.J.R., Centurión, C.F.G., Magaña, M.J.G., & Aké, V.R. (2014). Efecto del progestágeno y la dosis de gonadotropina coriónica equina en la sincronización del estro y tasa de gestación en ovejas pelibuey inseminadas por laparoscopia. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(3), 261-268.
- Ali, A. (2007). Effect of time of eCG administration of follicular response and reproductive performance of FGA-treated Ossimi ewes. *Small Ruminant Research*, 72, 33-37.
- Anel, L., Kaabi M., Abroug B., Alvarez M., Anel E., Boixo J.C., De la Fuente L.F., & De la Paz P. (2005). Factors influencing the success of vaginal and laparoscopic artificial insemination in churra ewes: a field assay. *Theriogenology*, 63, 1235-1247.
- Arteaga, C.J.D. (2005). Ovinos y caprinos ganadería del futuro. Asociación mexicana de criadores ovinos (AMCO). [Web en línea]. Disponible desde Internet: <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/>. [Revisado el 27 de septiembre, 2018].
- Avendaño, R.L., Alvarez, V.F.D., Molina, R.L., Rangel, S.R., Correa, C.A., Rodríguez, G.J., Cruz V.M., Robinson, P.H., & Famula, T.R. (2007). Reproduction performance of pelibuey ewes in response to estrus synchronization and artificial insemination in Northwestern México. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(6), 807-812.
- Cadena V.S., Cortez R.C., De la Cruz C.L., & Gallegos S.J. (2017). Impacto y relevancia de un programa de inseminación artificial en la mejora productiva de rebaños ovinos. *Agroproductividad*, 10(2), 1065-1071.
- CIOMS (Council for international Organizations of Medical Sciences). (1986). "International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals". CIOMS, Geneva, Switzerland.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2001). "Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999: Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio". México, D.F.
- Flores, P.J.P., Toscano, T.I.A., Núñez, A.R.E., Tena, M.M.J., Val, A.D., & Olivo, Z.I.B. (2017). Evaluación de la utilización de semen congelado y refrigerado en la inseminación artificial por laparoscopia en la especie ovina. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal*, 9, 41-47.
- García, E. (1998). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México DF. 246 p.
- Koyuncu, M., & Altıcekic, S. (2010). Effects of progesterone and PMSG on estrous synchronization and fertility in Kivircik ewes during natural breeding season. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23, 308-311.
- Mejía, V.O. (1997). Transferencia de embriones en pequeños rumiantes. *In: Memorias del curso de manejo reproductivo e inseminación artificial en pequeños rumiantes*. Facultad de Medicina y Veterinaria Zootecnia. UNAM. México. D.F. México. 79-85 p.
- Mustafa, Q.H., Ababneh, M.M., & Abu-ruman, D.S. (2007). The effects of short or long term FGA treatment with or without eCG on reproductive performance of ewes bred out-of-season. *American Journal of Animal Veterinary Science*, 2(1), 23-28.
- National Research Council (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy Press, Washington D.C.
- Paulenz, H., Adnoy T., Fossen O.H., Soderquist L., & Berg, K. A. (2002). Effect of deposition site and sperm number on the fertility of sheep inseminated with liquid semen. *Veterinary Record*, 150, 299-302.
- Ramírez, M.A., Martínez, R.R., Mejía, V.O., & Soto, C.R. (2005). Modificación de la técnica de inseminación artificial intrauterina mediante laparoscopia en ovejas pelibuey. *Agrociencia*, 39, 589-593.
- Ramón, U.J.P. (2001). Ovulación múltiple y Transferencia de embriones en los ovinos. *Curso de Ovinotecnia*, Pachuca Hidalgo.
- Russel, A.J.F., Doney, J.M., & Gunn, R.G. (1969). Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science*, 72, 451-454.
- SIAP. (2012). Resumen Pecuario por Estado-Región. SAGARPA, México.
- Statistical Analysis System (SAS). 2009. SAS/STAT User's Guide, Release 5.0 Cary, N.C. U.S.A. SAS Inst. Inc.
- Urviola, M., Leyva, V., Huamán, H., & García, W. (2005). Manipulación de la ovulación del folículo dominante con prostaglandina en diferentes estadios del ciclo estral sobre las tasas reproductivas en ovinos Corriedale. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 16(2), 103-113.
- Vélez, A., Espinosa, J.A., De la Cruz, L., Rangel, J., Espinoza, I., & Barba, C. (2016). Caracterización de la producción de ovino de carne del estado de Hidalgo, México. *Archivos de Zootecnia*, 65(251), 425-428.
- Zortulu, A.K., Aral F., Ozyurtlu, N., & Yavuzer, U. (2008). Synchronization of estrus using FGA and CIDR intervaginal pessaries during the transition period in Awassi ewes. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7, 1093-1069.

